



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 26 236 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**H 01 L 51/30**  
H 05 B 33/20

⑦1 Aktenzeichen: 100 26 236.8  
⑦2 Anmeldetag: 26. 5. 2000  
④3 Offenlegungstag: 1. 3. 2001

③0 Unionspriorität:  
11-160257 07. 06. 1999 JP  
  
⑦1 Anmelder:  
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP  
  
⑦4 Vertreter:  
PAe Splanemann Reitzner Baronetzky Westendorp,  
80469 München

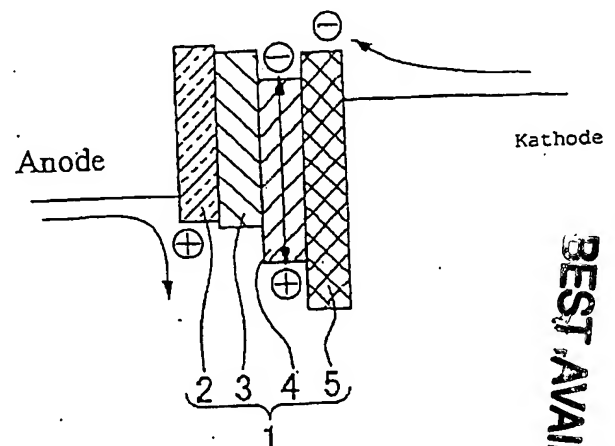
⑦2 Erfinder:  
Tanaka, Taizou, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Organische Elektrolumineszenzvorrichtung

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode hat, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin, wenn die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von weniger als 2000 Angström hat, die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die Gleichung gegeben ist:  
 $400 \text{ Angström} \leq L \leq 6n \times 0,8 \text{ Angström}$ , und, wenn die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von nicht weniger als 2000 Angström hat, hat die Kathode eine Dicke "L", die durch die Gleichung gegeben ist:  
 $400 \text{ Angström} \leq L \leq 6n \times 3 \text{ Angström}$ .



DE 100 26 236 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung und insbesondere eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, die einen anomalen Strom unterdrücken kann.

Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung verwendet ein Lichtemissionsphänomen, nämlich dass Löcher durch eine Anode injiziert werden, während Elektronen durch eine Kathode derart injiziert werden, dass Rekombinationen von Löchern und Elektronen in einer lumineszierenden Schicht mit einer fluoreszierenden Aktivität verursacht werden, wodurch eine Deaktivierung aus einem erregtem Zustand heraus verursacht wird, um Licht abzusstrahlen oder zu emittieren. Die Forschung und Entwicklung der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung hat ihren Ursprung in der Tatsache, dass organische Verbindungen hohe fluoreszierende Ausbeuten aufweisen und verschiedene Auslegungen ihrer Molekularstruktur ermöglichen. Die anfängliche oder herkömmliche organische Elektrolumineszenzvorrichtung ist ärmer und schwächer an Lumineszenz und Lumineszenzwirkungsgrad als die tatsächlich in der Praxis erforderlichen Werte. Die anfängliche oder herkömmliche organische Elektrolumineszenzvorrichtung hat eine einfache Sandwichstruktur bzw. Mehrlagenstruktur, bei der eine Lumineszenzschicht zwischen einer Anode und einer Kathode sandwichartig angeordnet ist.

In Applied Physics Letter, Vol. 51, Seite 913, 1987 wird von Tang usw. offenbart, dass die vorstehende, einfache Sandwichstruktur derart verbessert wurde, dass eine Lochtransportschicht, die überlegen im Transport der Löcher ist, in einer Schichtstruktur verwendet wird. Danach hat sich die Forschung und die Entwicklung von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen auf verschiedene Mehrschichtstrukturen konzentriert, die verschiedenen bzw. mehrere und unterschiedliche, funktionale Schichten haben, z. B. eine Lochinjektionsschicht zum Injizieren von Löchern und eine Elektronentransportschicht zum Transportieren oder Befördern von Elektronen. Einzelne organische Materialien sind auch in den Eigenschaften verbessert worden. Unter diesen Umständen stieg das Interesse an der praktischen Verwendung einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung als Anzeigevorrichtung an. In den letzten Jahren wurde eine Vollfarbenanzeige in drei Primärfarben, z. B. Blau, Grün und Rot, mit einer hohen Luminanz und einem hohen Luminanzwirkungsgrad realisiert, in der einzelne Ladungsträger-Transportmaterialien geeignet ausgewählt sind.

Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung wird als Einheiten oder Pixel bzw. Bildelemente für Anzeigevorrichtungen verwendet. Verfügbare Antriebsverfahren zum Antreiben bzw. Ansteuern der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung können Verfahren zum Betreiben von Flüssigkristallanzeigen sein, z. B. ein Passivmatrix-Ansteuerungsverfahren, das auf der Multiplexeigenschaft der Vorrichtung beruht, und ein Aktivmatrix-Ansteuerungsverfahren, das Schaltvorrichtungen für jedes Pixel ansteuert.

Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung zeigt eine Lumineszenz durch Anlegen eines Stromes an die Vorrichtung, weshalb elektrische Eigenschaften besonders wichtig für die organische Elektrolumineszenzvorrichtung sind.

Fig. 1 ist ein Diagramm, das ein Energiebandprofil der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung erläutert. Eine organische Mehrschichtstruktur 1 ist zwischen einer Anode und einer Kathode vorgesehen. Die organische Mehrschichtstruktur 1 umfasst eine Lochinjektionsschicht 2, eine Lochtransportschicht 3, eine Lumineszenzschicht 4 und eine

Elektronentransportschicht 5. Löcher werden von der Anode injiziert, während Elektronen von der Kathode aus injiziert werden. Die injizierten Löcher und Elektronen überwinden Potentialbarrieren der organischen Schichten, um in die Lumineszenzschicht 4 für die Rekombination von Elektronen mit Löchern einzutreten. Das Energiebandprofil, das in Fig. 1 gezeigt ist, ist ein ideales Energiebandprofil. Tatsächlich sind jedoch die einzelnen organischen Schichten extrem dünn, z. B. in einem Bereich von einigen zehn Angström bis einigen hundert Angström. Grenzschichten der einzelnen organischen Schichten haben unregelmäßige Potentialprofile, die unterschiedlich zu den idealen Profilen sind. Die unterschiedlichen Potentialprofile verursachen anomale bzw. unregelmäßige Ströme oder Leckströme.

Aus dem gleichen Grund wird ein anomaler Strom durch eine Ansteuerung in Sperrpolung der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung verursacht. Wenn ein Feld an die organische Elektrolumineszenzvorrichtung angelegt wird, bedeutet dies, dass der anomale Strom unabhängig davon verursacht wird, ob sich die organische Elektrolumineszenzvorrichtung in einem Lumineszenzzustand oder einem Nicht-Lumineszenzzustand befindet. Dieser anomale Strom verursacht eine erhebliche Verschlechterung in der Qualität der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung als Anzeigevorrichtung.

In der offengelegten, japanischen Patentveröffentlichung Nr. 9-102395 ist es offenbart, dass Aluminium für die Kathodenelektrode verwendet wird, um eine Unterdrückung des anomalen Stroms zu verursachen. Der tatsächlich erreichte Unterdrückungseffekt für den anomalen Strom ist jedoch unzureichend.

In der offengelegten, japanischen Patentveröffentlichung Nr. 9-245965 ist es offenbart, dass die Anode eine reduzierte Oberflächenrauigkeit von nicht mehr als fünfzig Angström hat. Diese herkömmliche Technik benötigt einen Poliervorgang zum Polieren bzw. Schleifen einer Oberfläche der Anode. Dieser zusätzliche Prozess für das Polieren der Anodenoberfläche erhöht die Herstellungskosten. Die Reproduzierbarkeit der Anode ist tatsächlich gering.

Unter diesen Umständen ist es deshalb erforderlich, eine neuartige, organische Elektrolumineszenzvorrichtung zu entwickeln, die frei von den vorstehenden Problemen ist.

## Überblick über die Erfindung

Es ist demnach eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine neuartige, organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereitzustellen, die frei von den vorstehenden Problemen ist.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine neuartige, organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereitzustellen, die einen anomalen Strom unterdrücken kann.

Die vorliegende Erfindung stellt eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereit, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, wobei, wenn die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von weniger als 2000 Angström, die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die Gleichung gegeben ist:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ ,  
wobei, wenn die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von nicht weniger als 2000 Angström hat, die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die Gleichung gegeben ist:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 3 \text{ [Angström]}$ .

Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Die vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorlie-

genden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Bevorzugte Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung werden im Detail mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen nachfolgend beschrieben.

Fig. 1 ist ein Diagramm, das ein Energiebandprofil der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung zeigt; und

Fig. 2 ist eine Ansicht, die eine thermische Belastung von einer Kathode aus zeigt.

#### Offenbarung der Erfindung

Die erste, vorliegende Erfindung stellt eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereit, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von weniger als 2000 Angström und die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die folgende Gleichung gegeben ist:

$$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}.$$

Die zweite, vorliegende Erfindung stellt eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereit, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von nicht weniger als 2000 Angström hat und die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die nachfolgende Gleichung gegeben ist:

$$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 3 \text{ [Angström]}.$$

Die meisten organischen Materialien für die organischen Schichten der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung sind in der thermischen Stabilität schlechter als die anorganischen Materialien. Zudem ist die Mehrschichtstruktur aus organischen Materialien extrem dünn, z. B. im Bereich von einigen zehn Angström bis einigen tausend Angström, so dass die Struktur durch einen externen Faktor wie z. B. von außen zugeführte Wärme wahrscheinlich verformt wird.

Insbesondere hat ein Metall für die Kathode einen hohen Schmelz- bzw. Siedepunkt im Bereich von einigen hundert °C bis einigen tausend °C. Bei einem Prozess mit einer frei werdenden bzw. abgestrahlten Wärme, z. B. einer Verdampfung durch Widerstandswärme, empfängt die organische Mehrschichtstruktur als eine Basis oder ein Substrat direkt die Wärme bei einer hohen Temperatur. Verdampfte Metallteilchen sammeln sich über dem Substrat an und bilden einen dünnen Film, während eine thermische Belastung auf die organische Mehrschichtstruktur ausgeübt wird, was eine thermische Diffusion der Metallteilchen verursacht, die eine gewisse Beschädigung der organischen Vielschichtstruktur erzeugt.

Der Einfluss auf die organische Elektrolumineszenzvorrichtung durch die abgestrahlte Wärme hängt von einem Abstand des Substrats von einer Verdampfungsquelle ab. Ist nämlich der Abstand des Substrats von einer Verdampfungsquelle groß, ist dieser Einfluss auf die organische Elektrolumineszenzvorrichtung durch die abgestrahlte Wärme klein. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, einen Wärmekoeffizient des Verdampfungsmaterials oder eine Menge des Verdampfungsmaterials, die in einer Vakuumkammer zum Abscheiden eines Films gesetzt wird, in Abhängigkeit von der Zunahme des Abstands von dem Substrat gegenüber der Verdampfungsquelle zu erhöhen. Unter diesem Gesichtspunkt ist das Heraufsetzen des Abstands des Substrats von

einer Verdampfungsquelle keine sehr effektive Maßnahme.

Fig. 2 ist eine Ansicht, die eine thermische Belastung von einer Kathode aus zeigt. Die allgemein verwendeten Materialien für die Kathode können eine thermische Belastung über dem Substrat erzeugen. Die Stärke der thermischen Belastung, die von der Kathode erzeugt wird, hängt von der Dicke bzw. Stärke der Kathode ab. Wenn die Dicke der Kathode groß ist, ist der Wert der thermischen Belastung groß. Insbesondere, wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist die Kathode einen mit dünnem Indiumzinnoxid (=  $\text{ITO}$ ) = Indium Tin Oxide) strukturierten Film auf. Die Flanken bzw. Kanten des mit dünnem Indiumzinnoxid ( $\text{ITO}$ ) strukturierten Films als Kathode erzeugen eine starke thermische Belastung bzw. thermische Spannungen, die an der organischen Schicht 1a neben den Kanten des mit dünnem Indiumoxid ( $\text{ITO}$ ) strukturierten Films anliegen. Diese thermische Belastung kann anomale Ströme wie z. B. einen Kurzschlussstrom zwischen der Anode und der Kathode und einen Leckstrom verursachen.

Die erste, vorliegende Erfindung stellt eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereit, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von weniger als 2000 Angström hat und die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die folgende Gleichung gegeben ist:

$$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}.$$

Die organische Schichtstruktur ist extrem dünn oder hat eine Stärke von weniger als 2000 Angström, weshalb die neuartige, organische Elektrolumineszenzvorrichtung fast frei von Einflüssen aufgrund abgestrahlter Wärme in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode und aufgrund der Wärmediffusion des Kathodenmaterials wegen der anliegenden thermischen Belastung ist. Diese neuartige Struktur unterdrückt eine Temperaturerhöhung innerhalb ungefähr 20°C über dem Substrat.

Da die Stärke der organischen Schichtstruktur kleiner als 2000 Angström und die Dicke der Kathode durch die vorstehende Gleichung definiert ist, ist eine Wahrscheinlichkeit für die Unterbrechung der Verbindung gering und der Einfluss auf die organische Schichtstruktur durch die thermische Belastung in dem Metallverdampfungsprozess ist auch gering.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung sind die Stärke der organischen Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode und die Dicke der Kathode derart bestimmt, dass sie die vorstehenden Bedingungen einhalten, so dass die organische Schichtstruktur im wesentlichen frei von den Einflüssen aufgrund einer abgestrahlten Wärme in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode und der angelegten Wärmebelastung ist. Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann anomale Ströme wie einen Leckstrom und einen Kurzschlussstrom unterdrücken. Wenn die neuartige, organische Elektrolumineszenzvorrichtung in einer Anzeigevorrichtung vom einfachen Matrixtyp verwendet wird, ist diese Anzeigevorrichtung frei von einem Leuchten unausgewählter Pixel, wodurch ein Kontrast der Anzeigevorrichtung verbessert wird.

Die zweite, vorliegende Erfindung stellt eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereit, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von nicht weniger als 2000 Angström hat und die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die folgende Gleichung gege-

ben ist:

$$400 [\text{\AA}] \leq L \leq n \times 3 [\text{\AA}].$$

Die organische Schichtstruktur ist extrem dünn und hat die Dicke von nicht weniger als 2000 Angström, weshalb die organische Schichtstruktur auch gegenüber thermischer Belastung aufgrund des Verdampfungsprozesses zum Ausbilden der Kathode beständig ist.

Da die Dicke der organischen Schichtstruktur nicht weniger als 2000 Angström beträgt und die Dicke der Kathode durch die vorstehende Gleichung definiert ist, ist die Wahrscheinlichkeit für eine Unterbrechung der Verbindung gering und der Einfluss auf die organische Schichtstruktur durch die thermische Belastung in dem Metallverdampfungsprozess ist auch gering.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung sind die Dicken der organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode und die Dicke der Kathode derart festgelegt, dass die vorstehenden Bedingungen eingehalten sind, so dass die organische Schichtstruktur im wesentlichen frei von Einflüssen aufgrund von abgestrahlter bzw. freiwerdender Wärme in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode und aufgrund der angelegten thermischen Belastung ist. Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung ist deshalb in der Lage, anomale Ströme wie z. B. einen Leckstrom und einen Kurzschlussstrom zu unterdrücken. Wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung der Erfindung in einer Anzeigevorrichtung vom einfachen Matrixtyp angewendet wird, ist diese Anzeigevorrichtung deshalb frei von einem lichtaktiven Zustand eines unausgewählten Pixels, wodurch der Kontrast der Anzeigevorrichtung verbessert wird.

Die vorstehenden organische Schichtstruktur umfasst mindestens eine organische Schicht, aber die nachfolgend erwähnten organischen Mehrschichtstrukturen sind beispielsweise in der neuartigen organische Elektrolumineszenzvorrichtung verwendbar.

Die erste organische Mehrschichtstruktur weist Schichten aus einer Anode, einer Lumineszenzschicht und einer Kathode auf.

Die zweite organische Mehrschichtstruktur weist Schichtungen aus einer Anode, einer Lochtransporterschicht, einer Lumineszenzschicht und einer Kathode auf.

Die dritte organische Mehrschichtstruktur weist Schichten aus einer Anode, einer Lochinjektionsschicht, einer Lumineszenzschicht und einer Kathode auf.

Die vierte organische Mehrschichtstruktur weist Schichtungen aus einer Anode, einer Lochinjektionsschicht, einer Lochtransporterschicht, einer Lumineszenzschicht und einer Kathode auf.

Die fünfte organische Mehrschichtstruktur weist Schichten aus einer Anode, einer Lumineszenzschicht, einer Elektronentransportschicht und einer Kathode auf.

Die sechste organische Mehrschichtstruktur weist Schichten aus einer Anode, einer Lochinjektionsschicht, einer Lumineszenzschicht, einer Elektronentransportschicht und einer Kathode auf.

Die siebte organische Mehrschichtstruktur weist Schichtungen aus einer Anode, einer Lochinjektionsschicht, einer Lochtransporterschicht, einer Lumineszenzschicht, einer Elektronentransportschicht und einer Kathode auf.

Die Lumineszenzschicht, die Lochinjektionsschicht, die Lochtransporterschicht und die Elektronentransportschicht können jeweils als einzelne Schicht oder als Vielfachschicht aufgebaut sein. Weiterhin kann als Modifikation der vorstehenden Strukturen eine weitere organische Schicht optional in einer Grenzschicht zwischen den vorstehenden, organischen Schichten eingefügt sein.

Verfügbare Materialien für die Lochtransporterschicht in

der organische Elektrolumineszenzvorrichtung der vorliegenden, vorstehenden Erfindung sind nicht auf spezielle organische Materialien beschränkt. Die Verbindungen, die als Lochtransporterschichtmaterial bekannt sind, und neuartige Materialien sind verwendbar bzw. verfügbar, z. B. Bis-(Di(p-Polyl)Aminophenyl)-1,1-Sycrohexthan, N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Methylphenyl)-1,1'-Biphenyl-4,4'-Diamin, N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin.

Verfügbare Materialien für die Lumineszenzschicht können die bekannten lumineszierenden Materialien, z. B. Anthrazen, Pyren, Tri(8-Quinololinolato) Aluminium-Komplex und Derivate davon sein. Weiterhin sind verwendbar Bis-Styryl-Anthrazen-Derivate, Tetraphenyl-Butadien-Derivate, Cumann-Derivate, Oxadiazol-Derivate, Di-Styryl-Benzol-Derivate, Pyrrolopyridin-Derivate, Perinon-Derivate, Zyklo-pentadien-Derivate, Oxazol-Derivate, Thiadiazolopyridin-derivate und Perylen-Derivate. Polymere sind auch verwendbar, z. B. Polyphenylen-Vinyl-Derivate, Polyparaphenyl-Derivate und Polythiophen-Derivate.

Es ist auch möglich, kleine Mengen einer Verunreinigung der Lumineszenzschicht absichtlich hinzuzufügen, um den Lichtwirkungsgrad zu verbessern und die Leuchtledauer auszudehnen. Verfügbare und anwendbare Verunreinigungen sind z. B. Rubren, Quinacridon-Derivate, Phenoxazon 660, Dicyanomethylenstyrylpyran-Derivate, Perinon, Perylen, Cumarin-Derivate, Dimethylaminopyrazincarbonitril, Pyrazindicarbonitril-Derivate, Nile Red und Rhodamin-Derivate.

Die Elektronentransportschicht ist erforderlich für den Transport der Elektronen, die von der Kathode wirksam injiziert werden, weshalb das Material für die Elektronentransportschicht danach ausgewählt ist, dass es eine hohe Elektronenbeweglichkeit und eine hohe Elektronenaffinität hat und dass es überlegen in der Formbarkeit bzw. Herstellbarkeit ist. Verfügbare und verwendbare organische Materialien für die Elektronentransportschicht sind z. B. Oxynkomplexe wie Tri(8-Quinololinolato) Aluminiumkomplex, Perylen-Derivate, Perinon-Derivate, Naphtalen-Derivate, Cumarin-Derivate, Oxadiazol-Derivate und Phenanthrolin-Derivate.

Die vorstehenden, organischen Schichten können durch ein Vakuum-Verdampfungsverfahren ausgebildet werden. Zudem ist ein Elektronenstrahlverdampfungsverfahren, ein Sputterverfahren, eine Molekularschichtungsverfahren, ein Beschichtungsverfahren aus einem Lösungsmittel verwendbar. Das organische Material wird gelöst oder in dem Lösungsmittel verteilt, und zwar zusammen mit irgendeinem der ringöffnenden Polymere aus Polyvinylchlorid, Polycarbonat, Polystyren, Poly(N-Vinylcarbazol), Polymethylmethacrylat, Polybutylmethacrylat, Norboren-Derivate und auch Polyester, Polysulfon, Polyphenylenoxid, Polybutadien, Kohlenwasserstoff-Harze, Keton-Harze, Phenoxy-Harze, Polyamid, Ethylzellulose, ABS-Harze, Phenol-Harze, Silikon-Harze und Epoxid-Harze.

Die Anode muss transparent sein, damit Licht durch die Anode hindurch treten kann. Verwendbare Materialien für die Anode sind z. B. Oxide von leitenden Metallen wie Zinnoxid, Indiumoxid und Indiumzinnoxid (ITO), Metalle wie Gold, Silber, Chrom und Aluminium. Schichtungen aus diesen Metallen und Indiumzinnoxid (ITO), anorganische, leitende Materialien wie Kupferiodid und Kupfersulfid, leitende Polymere wie Polythiophen, Polypyrrol, Polyanilin, Polyphenylenvenylen, Polyphenylen, Polyäthylen und diese Polymere mit einem leitenden Dotierungsmittel dotiert und Schichtungen aus diesen leitenden Polymeren und Indiumzinnoxid (ITO). Ein Indiumzinnoxidglas oder ein Nesaglas werden bevorzugt. Weiterhin wird bevorzugt, dass der Wi-

derstand der Anode wegen der möglichen Reduzierung des Stromverbrauchs niedrig ist.

Die Kathode muss Elektronen der Lumineszenzschicht wirksam zuführen. Das Material der Kathode sollte wegen der Haftung an einem Material, das benachbart zu der Kathode ist, und einem ionisierenden Potential ausgewählt werden. Das Material muss auch in der Atmosphäre stabil sein, damit es konstante Eigenschaften und ein stabiles Betriebsverhalten für eine lange Zeit beibehalten kann. Wenn jedoch ein Passivierungsfilm oder ein Schutzfilm oder ein Sealingrein optional verwendet werden, müssen diese Materialien nicht die vorstehenden Erfordernisse einhalten. Verwendbare Materialien für die Kathode sind z. B. Indium, Gold, Silber, Aluminium, Blei, Magnesium, Seltenerd-elemente, Alkalimetalle und Legierungen davon.

Die abgestrahlte Wärme, die von dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und die thermische Belastung variieren in Abhängigkeit von der Dicke der Kathode. Die Stabilität der organischen Schicht gegenüber der abgestrahlten bzw. freigesetzten Wärme und der Wärmebelastung variieren in Abhängigkeit von der Dicke der organischen Schicht.

Die abgestrahlte oder auftretende Wärme, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und die Wärmebelastung nehmen nämlich zu, wenn die Kathode in der Dicke zunimmt. Wenn die Dicke der organischen Schicht kleiner als 2000 Angström ist, ist es unwahrscheinlich, dass die organische Schicht dem Einfluss einer thermischen Diffusion des Kathodenmaterials aufgrund der abgestrahlten Wärme, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und aufgrund der Wärmebelastung ausgesetzt ist. Wenn jedoch die Dicke der organischen Schicht nicht kleiner als 2000 Angström ist, ist die organische Schicht gegenüber der thermischen Belastung beständig bzw. stabil, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird.

Wenn die Dicke der organischen Schicht kleiner als 2000 Angström ist, um nämlich den Einfluss der thermischen Diffusion des Kathodenmaterials aufgrund der abgestrahlten Wärme, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und der thermischen Belastung zu vermeiden, ist die Dicke "L" der Kathode durch die Gleichung gegeben:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" die Dicke der organischen Schicht ist. Wenn die Dicke "L" der Kathode kleiner als 400 Angström ist, ist es wahrscheinlich, dass die Kathode dann einer Trennungswirkung der Verbindung ausgesetzt ist. Wenn die Dicke "L" der Kathode  $n \times 0.8$  Angström überschreitet, ist der Einfluss auf die organische Schicht aufgrund der thermischen Belastung, die in dem Metallabscheidungsprozess erzeugt wird, groß, wodurch ein anomaler Strom wahrscheinlich verursacht wird.

Wenn die Dicke der organischen Schicht kleiner als 2000 Angström ist, ist die Dicke "L" der Kathode durch die Gleichung gegeben:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" die Dicke der organischen Schicht ist, so dass die organische Schicht frei von dem Einfluss oder der Beschädigung durch die abgestrahlte Wärme, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und von der thermischen Belastung ist, wodurch der Leckstrom und der Kurzschlussstrom reduziert werden.

Wenn die Dicke der organischen Schicht nicht kleiner als 2000 Angström ist, ist die Dicke "L" der Kathode durch die Gleichung gegeben:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 3 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" die Dicke der organischen Schicht ist.

Wenn die Dicke "L" der Kathode kleiner als 400 Angström

ist, ist es wahrscheinlich, dass die Kathode einem Trennungseinfluss der Verbindung ausgesetzt ist. Wenn die Dicke "L" der Kathode  $n \times 3$  Angström überschreitet, ist ein Einfluss auf die organische Schicht aufgrund der thermischen Belastung, die in dem Metallabscheidungsprozess erzeugt wird, groß, wodurch der anomale Strom wahrscheinlich verursacht wird.

Wenn die Dicke der organischen Schicht nicht kleiner als 2000 Angström ist, ist die Dicke "L" der Kathode durch die Gleichung gegeben:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 3 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" die Dicke der organischen Schicht ist, so dass die organische Schicht frei von einem Einfluss oder einer Beschädigung aufgrund der abgestrahlten Wärme, die in dem Verdampfungsprozess zum Ausbilden der Kathode erzeugt wird, und aufgrund der thermischen Belastung ist, wobei der Leckstrom und der Kurzschlussstrom reduziert werden.

#### BEISPIEL 1

Ein Indiumzinnoxidfilm mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand der Indiumzinnoxidschicht betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzen zum Ausbilden einer Struktur bzw. eines Musters aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat unterzogen, wodurch das transparente Glassubstrat mit der Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung durch reines Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung ausgesetzt, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Material der Lochtransportschicht wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdän-Platte hergestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf einer weiteren Molybdän-Platte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer eines Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen waren. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde bis zu einem Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdän-Platte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass sich eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD mit 3 Angström/sec konstant einstellte. Danach wurde ein Verschluss (shutter), der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Ablagerung bzw. Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss geschlossen. Auf die gleiche Weise wurde die Molybdän-Platte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 konstant mit 3 Angström/sec eingehalten wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Eine gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet wurde, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehend erwähnten Platten wurden herausgenommen. Vor Ort wurde 1 g Aluminium auf einer Wolframplatte präpariert. Die

Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass sich eine konstante Verdampfungsrate von Aluminium mit 4 Angström/sec einstellte. Danach wurde der Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Ablagerung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Lumineszenzvorrichtung mit einer Mehrschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/Al hergestellt, wobei der ITO-Film als eine Anode dient, während der Aluminiumfilm als eine Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die die Gleichung einhält:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" die Gesamtdicke des Alpha-NPD/Alq3-Films mit 1100 Angström ist.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2000  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 200  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Fast kein Leckstrom wurde beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 2

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Struktur aus Indiumzinnoxid hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Material der Lochtransportschicht wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als ein Lochinjektionsschicht-Material wurden 100 mg von Kupferphthalocyanin auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Als Material der Lumineszenzschicht wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf noch einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Kupfer-Phthalocyanin erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Kupfer-Phthalocyanin bei konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Kupfer-Phthalocyanin zu starten. Nachdem der Kupferphthalocyanin-Film mit einer Dicke von 300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Ver-

schluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen aus den organischen Schichten ausgebildet wurden. In der gleichen Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq3 mit 3 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 700 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen aus den organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1600 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte präpariert. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium mit 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Kupferphthalocyanin/Alpha-NPD/Alq3/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und die Aluminiumschicht eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" 1600 Angström als Gesamtdicke der Kupferphthalocyanin/Alpha-NPD/Alq3-Filme beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1800  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 100  $\mu\text{A}$  erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,8 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 3

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Indiumkomplex) auf noch einer



weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 mit konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte präpariert. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Indium mit 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/In hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminium als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke des Alpha-NPD/Alq3-Films 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 700  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 300 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $2.3 \times 10^6$ .

#### BEISPIEL 4

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgender UV-Ozon-Reinigung unterzogen,

um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Material der Lumineszenzschicht wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumlithiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD mit konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem das Alpha-NPD mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 mit konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Auch 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte präpariert. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant gegeben war. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium mit 2 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/AlLi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumlithiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" 1100 Angström als Gesamtdicke des Alpha-NPD/Alq3-Films beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2000  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 60 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $3.3 \times 10^7$ .

## BEISPIEL 5

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Magnesiumsilberkomplex) auf noch einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate des Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec gegeben war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq3 konstant bei 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen aus organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Magnesium wurde auf einer Wolframplatte präpariert.

Auch 1 g Silber wurde auf einer Wolframplatte präpariert. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Magnesium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde auf eine konstante Verdampfungsrate des Magnesiums von 7 Angström/sec eingestellt. Die Wolframplatte mit Silber wurde erwärmt. Die Temperatur wurde auf eine konstante Verdampfungsrate des Silbers von 4 Angström/sec eingestellt. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Magnesiumsilber zu starten. Nachdem der Magnesiumsilberfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Mehrschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/MgAg hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Magnesiumsilberfilm als Kathode dient und der Magnesiumsilberfilm eine Dicke "L" hat, die

der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" 1100 Angström als Gesamtdicke des Alpha-NPD/Alq3-Films beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 100  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 100 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,0 \times 10^7$ .

## BEISPIEL 6

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec gegeben war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 800 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec eingehalten wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Eine gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1800 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium mit 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach



wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 1300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Mehrschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminium als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" 1800 Angström als Gesamtdicke des Alpha-NPD/Alq3-Schichten beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 200  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 60 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtungsverhältnis bei 15 V betrug  $3,3 \times 10^6$ .

#### BEISPIEL 7

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphtyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Indiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 800 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec eingehalten wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq3 konstant auf 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss der an einem oberen Abschnitt des Systems vor-

gesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1800 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Indium auf konstant 4 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 1300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Mehrschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/Tn hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Indiumfilm als Kathode dient und der Indiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" 1800 Angström als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq3-Schichten beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 100  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 200 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $2,0 \times 10^6$ .

#### BEISPIEL 8

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als ein Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphtyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumlithiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD auf konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die

Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 800 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq<sub>3</sub> erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq<sub>3</sub> auf konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1800 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorgenannten Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Auch 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium auf konstant 2 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 1300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>/AlLi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumlithiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung entspricht:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" 1800 Angström als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>-Filme beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1000 µA verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 60 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,7 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 9

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als ein Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte her-

gestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq<sub>3</sub> (Tris(8-Quinololato)Aluminiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Eine Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq<sub>3</sub> erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq<sub>3</sub> konstant bei 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 3000 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorgenannten Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium auf 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 5000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminium als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 3 [\text{Angström}]$ , wobei "n" 3000 Angström als Gesamtstärke des Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>-Films beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 10 µA verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 60 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,7 \times 10^5$ .

#### BEISPIEL 10

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indi-

umzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und einer nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Material der Lochtransportschicht, wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als ein Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Indiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Eine Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD mit konstant 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq3 konstant bei 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 3000 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte präpariert. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 5000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/in hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Indiumfilm als Kathode dient und der Indiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 3 [\text{Angström}]$ , wobei "n" die Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq3-Films mit 3000 Angström ist.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 10 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,0 \times 10^5$ .

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden, ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgender UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumlithiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 3000 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Auch 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium auf 4 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium auf 2 Angström/sec konstant eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 5000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/ALLi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithium-Film als Kathode dient und

der Aluminiumlithium-Film eine Dicke "L" hat, die der Gleichung entspricht:  
 $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 3 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq3-Filme 3000 Angström ist.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 500  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 45 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1.1 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 12

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und einer nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von MTDATA (4,4'-4"-Tris(N-(3-Methylphenyl)-N-Phenylamino)Triphenylamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolinkkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit MTDATA erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von MTDATA bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von MTDATA zu starten. Nachdem der MTDATA-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Ver-

schluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/MTDATA/Zn(oxz)2/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0.8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke der MTDATA/Zn(oxz)2-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 650  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 220 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $3.0 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 13

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von TPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Phenyl)-1,1'-Biphenyl-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolinkkomplex auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit TPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von TPD bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von TPD zu starten. Nachdem der TPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorgenannten Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde

auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant lag. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/TPD/Zn(oxz)2/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der TPD/Zn(oxz)2-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 600  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 180 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 3,3  $\times 10^7$ .

#### BEISPIEL 14

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von MTDATA (4,4'-4"-Tris(N-(3-Methylphenyl)-N-Phenylamino)Triphenylamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lochinjektionsschicht-Material wurden 100 mg von Kupferphthalocyanin auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazol-zinkkomplex) auf noch einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorgenannte Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Kupferphthalocyanin erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Kupferphthalocyanin auf konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Kupferphthalocyanin zu starten. Nachdem der Kupferphthalocyanin-Film mit einer Dicke von 300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit MTDATA erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von MTDATA bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, ge-

öffnet, um die Abscheidung von MTDATA zu starten. Nachdem der MTDATA-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 konstant bei 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 700 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1600 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO-Kupferphthalocyanin/MTDATA/Zn(oxz)2/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Kupferphthalocyanin/MTDATA/Zn(oxz)2-Filme 1600 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 800  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 130 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 6,2  $\times 10^6$ .

#### BEISPIEL 15

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von TPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Phenyl)-1,1'-Biphenyl-Biphenyl-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Material der Lochinjektionsschicht wurden 100 mg von Kupferphthalocyanin auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden



100 mg von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  (2-( $\alpha$ -Hydroxyphenyl)Benzoaxazol-zinkkomplex) auf noch einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Kupferphthalocyanin erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Kupferphthalocyanin bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Kupferphthalocyanin zu starten. Nachdem der Kupferphthalocyanin-Film mit einer Dicke von 300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit TPD erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von TPD bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von TPD zu starten. Nachdem der TPD-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  konstant bei 3 Angström/sec eingestellt wurde. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  zu starten. Nachdem der  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$ -Film mit einer Dicke von 700 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1600 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorgenannten Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 1000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Mehrschichtstruktur aus ITO-Kupferphthalocyanin/TPD/ $\text{Zn}(\text{oxz})_2/\text{Al}$  hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}], \text{ wobei "n" als Gesamtdicke der Kupferphthalocyanin/TPD/Zn(oxz)}_2\text{-Filme 1600 Angström beträgt.}$$

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 400  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 90 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $4,4 \times 10^6$ .

In Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von MTDATA (4-4'-4"-Tris(N-(3-Methylphenyl)-N-Phenylamino)Triphenylamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  (2-( $\alpha$ -Hydroxyphenyl)Benzoaxazol-zinkkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit MTDATA erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von MTDATA bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von MTDATA zu starten. Nachdem der MTDATA-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$  zu starten. Nachdem der  $\text{Zn}(\text{oxz})_2$ -Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt.

Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Indium konstant bei 4 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/MTDATA/ $\text{Zn}(\text{oxz})_2/\text{In}$  hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Indiumfilm als Kathode dient und der Indiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}], \text{ wobei "n" als Gesamtdicke der MTDATA/Zn(oxz)}_2\text{-Filme 1100 Angström beträgt.}$$

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde ent-



lang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 20  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 10  $\mu\text{A}$  erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $2,0 \times 10^6$ .

## BEISPIEL 17

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und einer nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von TPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Phenyl)-1,1'-Biphenyl-Biphenyl-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolzinckomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das obenstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit TPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von TPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von TPD zu starten. Nachdem der TPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Indium konstant bei 4 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss an einem oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/TPD/Zn(oxz)2/In hergestellt, worin

der ITO-Film als Anode dient, während der Indiumfilm als Kathode dient und der Indiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke TPD/Zn(oxz)2-Filme mit 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 12  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 10  $\mu\text{A}$  erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,2 \times 10^6$ .

## BEISPIEL 18

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und einer nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von MTDATA (4,4'-4"-Tris(N-(3-Methylphenyl)-N-Phenylamino)Triphenylamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolzinckomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das obenstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit MTDATA erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von MTDATA bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von MTDATA zu starten. Nachdem der MTDATA-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Eine gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evaku-

iert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium bei 2 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/MTDATA/Zn(oxz)2/AlLi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumlithiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}], \text{ wobei "n" als Gesamtdicke der MTDATA/Zn(oxz)2-Filme 1100 Angström beträgt.}$$

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2000  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 130 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V beträgt  $6,7 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 19

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von TPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Phenyl)-1,1'-Biphenyl-Biphenyl-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolzinkkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das obenstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit TPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von TPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von TPD zu starten. Nachdem der TPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Zn(oxz)2 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Zn(oxz)2 konstant bei 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Zn(oxz)2 zu starten. Nachdem der Zn(oxz)2-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen,

wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Eine gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium bei 2 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/TPD/Zn(oxz)2/AlLi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithium-Film als Kathode dient und der Aluminiumlithium-Film eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}], \text{ wobei "n" als Gesamtdicke der TPD/Zn(oxz)2-Filme 1100 Angström beträgt.}$$

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 4000  $\mu\text{A}$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der AlLi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 230 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $3,1 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 20

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von MTDATA (4,4'-4"-Tris(N-(3-Methylphenyl)-N-Phenylamino)Triphenylamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Zn(oxz)2 (2-(o-Hydroxyphenyl)Benzoaxazolzinkkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuumverdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit MTDATA erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von MTDATA bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss,

der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von MTDATA zu starten. Nachdem der MTDATA-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit  $Zn(oxz)_2$  erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von  $Zn(oxz)_2$  bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von  $Zn(oxz)_2$  zu starten. Nachdem der  $Zn(oxz)_2$ -Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Magnesium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. 1 g Silber wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Magnesium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Magnesium bei 7 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Silber wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Silber bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Magnesiumsilber zu starten. Nachdem der Magnesiumsilberfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/MTDATA/ $Zn(oxz)_2$ /MgAg hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Magnesiumsilber-Film als Kathode dient und der Magnesiumsilber-Film eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der MTDATA/ $Zn(oxz)_2$ -Filme 1100 Angström ist.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1000  $\mu A$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 90 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $1,1 \times 10^7$ .

#### BEISPIEL 21

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von TPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(3-Phenyl)-1,1'-Biphenyl-Bi-

phenyl-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von  $Zn(oxz)_2$  (2-(o-Hydroxyphenyl)benzoxazolinkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit TPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von TPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von TPD zu starten. Nachdem der TPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit  $Zn(oxz)_2$  erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von  $Zn(oxz)_2$  bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von  $Zn(oxz)_2$  zu starten. Nachdem der  $Zn(oxz)_2$ -Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Magnesium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Auch 1 g Silber wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Magnesium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Magnesium bei 7 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Silber wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Silber bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Magnesiumsilber zu starten. Nachdem der Magnesiumsilberfilm mit einer Dicke von 600 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/TPD/ $Zn(oxz)_2$ /MgAg hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Magnesiumsilber-Film als Kathode dient und der Magnesiumsilberfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der TPD/ $Zn(oxz)_2$ -Filme 1100 Angström ist.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2200  $\mu A$  verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 100 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $2,2 \times 10^7$ .

#### VERGLEICHBSBEISPIEL 1

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat

durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq<sub>3</sub> (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellten. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq<sub>3</sub> erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq<sub>3</sub> bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0.8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 14 µA verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1000 pA

erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 14.

## VERGLEICHISBEISPIEL 2

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzworgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lochinjektionsschicht-Material wurden 100 mg von Kupferphthalocyanin auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq<sub>3</sub> (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf noch einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuumverdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Kupferphthalocyanin erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Kupferphthalocyanin bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Kupferphthalocyanin zu starten. Nachdem der Kupferphthalocyanin-Film mit einer Dicke von 300 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq<sub>3</sub> erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass die Verdampfungsrate von Alq<sub>3</sub> konstant bei 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 700 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen von organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1600 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte

mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminium zu starten. Nachdem der Aluminiumfilm mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Kupferphthalocyanin/Alpha-NPD/Alq3/Al hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Kupferphthalocyanin/Alpha-NPD/Alq3-Filme 1600 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 16  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der Al-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1000 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 16.

### VERGLEICHSPBEISPIEL 3

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Indiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems derart eingesetzt, dass sie getrennte Verdampfungsquellen darstellen. Das obenstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 bei konstant 3 Angström/sec lag. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq3 zu starten. Nachdem der Alq3-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die vorstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Indium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. Die Platte wurde dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Indium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Indium bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Indium zu starten. Nachdem der Indiumfilm mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq3/In hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Indiumfilm als Kathode dient und der Indiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:

$400 \text{ [Angström]} \leq L \leq n \times 0,8 \text{ [Angström]}$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq3-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 720  $\mu$ A verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der In-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2000 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 360.

### VERGLEICHSPBEISPIEL 4

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq3 (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumlithiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das obenstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq3 erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq3 bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen



Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Aluminium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. 1 g Lithium wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Aluminium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Aluminium bei 4 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Lithium wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Lithium bei 2 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Aluminiumlithium zu starten. Nachdem der Aluminiumlithiumfilm mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>/ALi hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Aluminiumlithiumfilm als Kathode dient und der Aluminiumlithiumfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der ALi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 4000 µA verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der ALi-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 2000 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug  $2,0 \times 10^3$ .

#### VERGLEICHSPBEISPIEL 5

Ein Indiumzinnoxidfilm (ITO-Film) mit einer Dicke von 1000 Angström wurde auf einem transparenten Glassubstrat durch ein Sputterverfahren abgeschieden. Ein gemessener Flächenwiderstand des Indiumzinnoxidfilms betrug 10 Ohm/Angström. Der Indiumzinnoxidfilm wurde dann einem Ätzvorgang ausgesetzt, um eine Struktur aus dem Indiumzinnoxidfilm auf dem transparenten Glassubstrat auszubilden, wodurch das transparente Glassubstrat mit einer Indiumzinnoxid-Struktur hergestellt wurde. Das Substrat wurde dann einer Reinigung mit reinem Wasser und einer IPA- und nachfolgenden UV-Ozon-Reinigung unterzogen, um die Oberfläche des Substrats zu reinigen.

Als Lochtransportschicht-Material wurden 100 mg von Alpha-NPD (N,N'-Diphenyl-N,N'-Bis(1-Naphthyl)-(1,1'-Biphenyl)-4,4'-Diamin) auf einer Molybdänplatte hergestellt. Als Lumineszenzschicht-Material wurden 100 mg von Alq<sub>3</sub> (Tris(8-Quinolinolato)Aluminiumkomplex) auf einer weiteren Molybdänplatte hergestellt. Sie wurden in eine Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems als getrennte Verdampfungsquellen eingesetzt. Das vorstehende Substrat wurde in die Vakuumkammer des Vakuum-Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem

wurde auf einen Vakuumdruck von  $2 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Molybdänplatte mit Alpha-NPD erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alpha-NPD bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an einem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alpha-NPD zu starten. Nachdem der Alpha-NPD-Film mit einer Dicke von 500 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. In der gleichen Art und Weise wurde die Molybdänplatte mit Alq<sub>3</sub> erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Alq<sub>3</sub> bei konstant 3 Angström/sec war. Danach wurde ein Verschluss, der an dem oberen Abschnitt des Systems vorgesehen war, geöffnet, um die Abscheidung von Alq<sub>3</sub> zu starten. Nachdem der Alq<sub>3</sub>-Film mit einer Dicke von 550 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen, wodurch Schichtungen der organischen Schichten ausgebildet wurden. Die gemessene Gesamtdicke der organischen Schichten betrug 1100 Angström.

Nachfolgend wurde das Substrat, das mit den organischen Schichten ausgebildet war, wiederum in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Die obenstehenden Platten wurden herausgenommen. 1 g Magnesium wurde auf einer Wolframplatte hergestellt. 1 g Silber wurde auf einer weiteren Wolframplatte hergestellt. Die Platten wurden dann in die Vakuumkammer des Verdampfungssystems eingesetzt. Das Vakuum-Verdampfungssystem wurde auf einen Vakuumdruck von  $4 \times 10^{-4}$  Pa evakuiert, bevor die Wolframplatte mit Magnesium erwärmt wurde. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Magnesium bei 7 Angström/sec konstant war. Die Wolframplatte mit Silber wurde erwärmt. Die Temperatur wurde derart gesteuert, dass eine Verdampfungsrate von Silber bei 4 Angström/sec konstant war. Danach wurde ein Verschluss am oberen Abschnitt des Systems geöffnet, um die Abscheidung von Magnesiumsilber zu starten. Nachdem der Magnesiumsilberfilm mit einer Dicke von 2000 Angström abgeschieden war, wurde der Verschluss wieder geschlossen. Im Ergebnis wurde eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Vielschichtstruktur aus ITO/Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>/MgAg hergestellt, worin der ITO-Film als Anode dient, während der Magnesiumsilberfilm als Kathode dient und der Magnesiumsilberfilm eine Dicke "L" hat, die der Gleichung folgt:  $400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}]$ , wobei "n" als Gesamtdicke der Alpha-NPD/Alq<sub>3</sub>-Filme 1100 Angström beträgt.

Eine Spannung in Durchlassrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 1400 µA verursacht wurde. Eine Spannung in Sperrrichtung von 15 V wurde entlang der ITO-Anode und der MgAg-Kathode angelegt, wodurch ein Strom von 6000 pA erzeugt wurde. Es wurde fast kein Leckstrom beobachtet. Ein Gleichrichtverhältnis bei 15 V betrug 200.

Da Modifikation der vorliegenden Erfindung für Fachleute auf diesem Gebiet, zu dem die Erfindung gehört, möglich erscheinen, wird darauf hingewiesen, dass die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung unter keinen Umständen in einem beschränkenden Sinne verstanden werden dürfen. Dementsprechend ist es beabsichtigt, alle Modifikationen durch die Ansprüche abzudecken, die in den Bereich der vorliegenden Erfindung fallen.

#### Patentansprüche

1. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schicht-



struktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von weniger als 2000 Angström hat und die Kathode eine Dicke "L" 5 hat, die durch die folgende Gleichung gegeben ist:

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 0,8 [\text{Angström}].$$

2. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine organische Schichtstruktur zwischen der Anode und der Kathode aufweist, wobei die organische Schichtstruktur mindestens eine organische Schicht aufweist, worin die organische Schichtstruktur eine Dicke "n" von nicht weniger als 2000 Angström hat und wobei die Kathode eine Dicke "L" hat, die durch die folgende Gleichung gegeben ist: 15

$$400 [\text{Angström}] \leq L \leq n \times 3 [\text{Angström}].$$

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

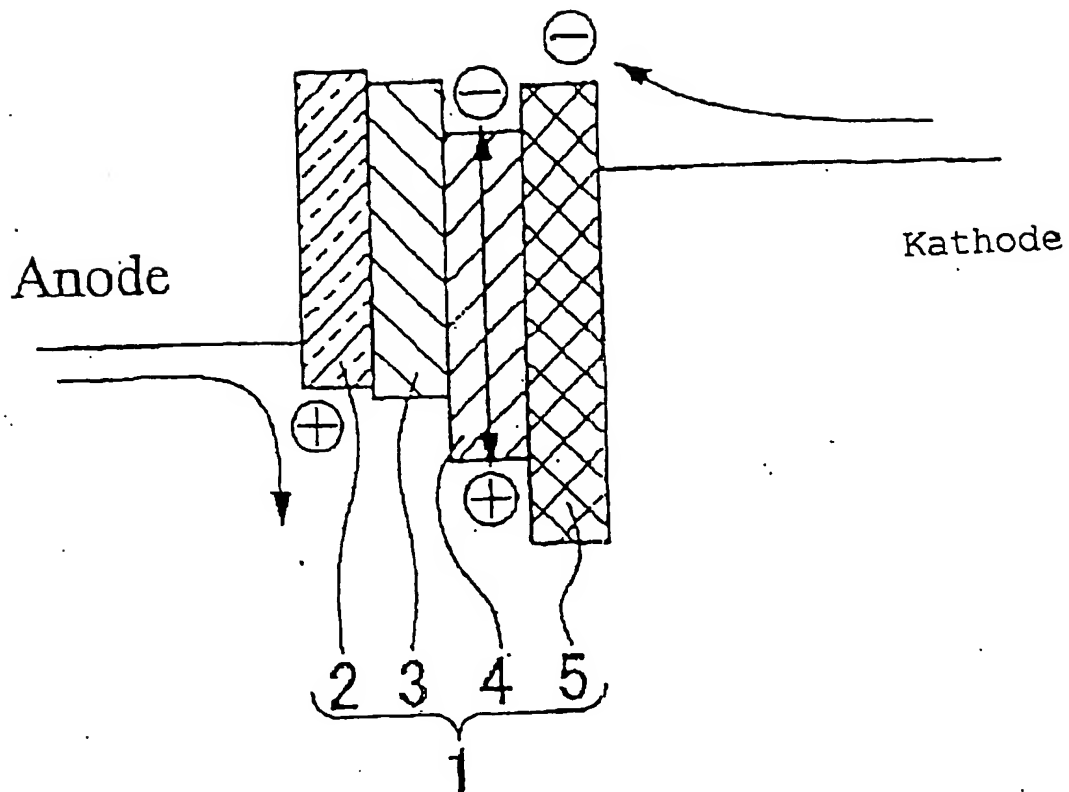
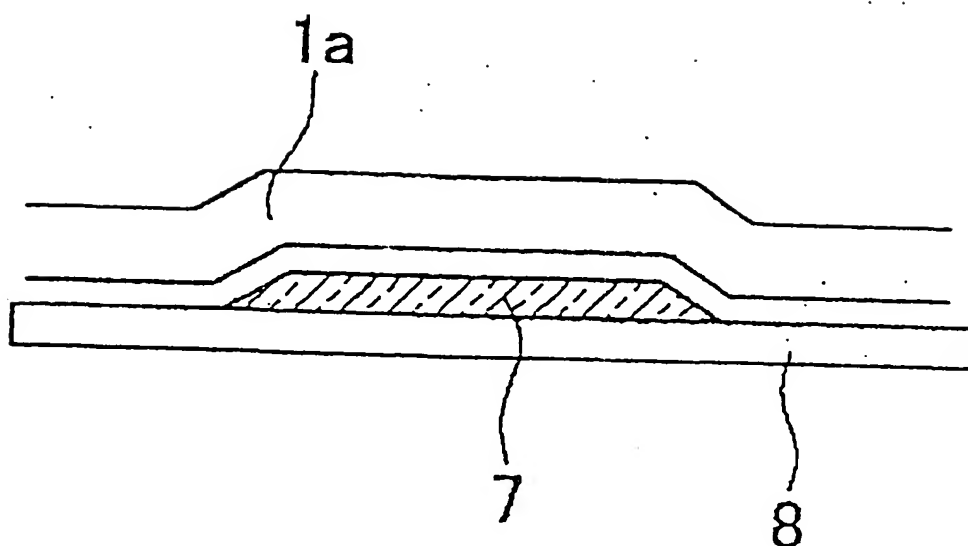


FIG. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**